

**STUDI PENELITIAN PENGARUH PENAMBAHAN
VARIASI PERSENTASE AIR TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN
SIFAT FISIS BETON F'C 30 MPA PRODUKSI READY MIX**

TUGAS AKHIR

Ditujukan untuk Memenuhi Persyaratan

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

RAFAEL ALEXANDRO DJAWA NUWA

21.21.021

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

STUDI PENELITIAN PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI PERSENTASE AIR TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN SIFAT FISIS BETON F'C 30 MPA PRODUKSI READY MIX

Disusun Oleh :
Rafael Alexandro Djawa Nuwa
21.21.021

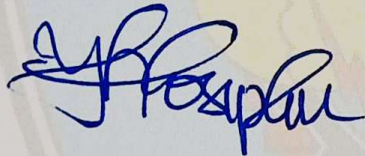
*Telah Disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk Diujikan
pada Tanggal 15 Agustus 2025*

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.

NIP. P. 1030300383



Ir. Ester Priskasari, M.T.

NIP. Y. 1039400265

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknik Sipil S-1 ITN Malang



Dr. Yosimson P. Manaha, ST., M.T.

NIP. P. 1030300383

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PENELITIAN PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI PERSENTASE AIR TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN SIFAT FISIS BETON F'C 30 MPA PRODUKSI READY MIX

*Tugas Akhir ini telah dipertahankan di depan dosen penguji
Jenjang S-1 pada tanggal 15 Agustus 2025 dan diterima untuk memenuhi salah
satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil S-1.*

Disusun Oleh :

Rafael Alexandro Djawa Nuwa
21.21.021

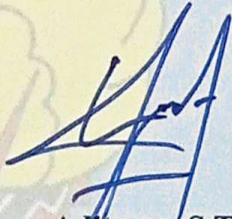
Menyetujui,

Penguji I

Penguji II


Mohammad Erfan, S.T., M.T.

NIP. P. 1031500508

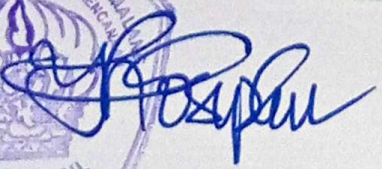

Vega Aditama, S.T., M.T.

NIP. P. 1031900559

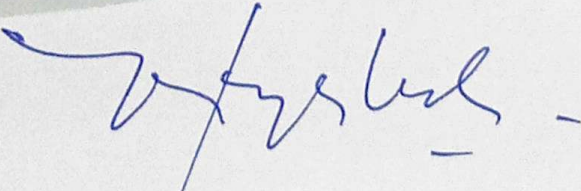
Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi
Teknik Sipil S-1 ITN Malang

Sekretaris Program Studi
Teknik Sipil S-1 ITN Malang


Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.

NIP. P. 1030300383


Nenny Roostrianawaty, S.T., M.T.

NIP.P.1031700533

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rafael Alexandro Djawa Nuwa

NIM : 21.21.021

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP)

Menyatakan bahwa Tugas Akhir berjudul :

**STUDI PENELITIAN PENGARUH PENAMBAHAN
VARIASI PERSENTASE AIR TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN
SIFAT FISIS BETON F'C 30 MPA PRODUKSI READY MIX**

merupakan hasil karya saya sendiri. Naskah ini bukan merupakan salinan maupun saduran penuh dari karya pihak lain, kecuali bagian tertentu yang telah dicantumkan dan diakui sumbernya secara jelas..

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa Tugas Akhir ini mengandung unsur plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan Tugas Akhir, pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh (Sarjana), serta menjalani proses sesuai ketentuan yang berlaku.

Malang, 21 Agustus 2025
Yang Membuat Pernyataan



Rafael Alexandro Djawa Nuwa
21.21.021

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan pertolongan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul **“STUDI PENELITIAN PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI PERSENTASE AIR TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN SIFAT FISIS BETON F’C 30 MPA PRODUKSI READY MIX”** dengan baik dan tepat waktu. Tugas akhir ini disusun sebagai syarat penyelesaian jenjang pendidikan Strata 1 Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam proses penyelesaian tugas akhir ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Debby Budi Susanti, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Yosimson Petrus Manaha, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang dan juga selaku dosen pembimbing I, atas segala dukungan dan bimbingannya.
3. Ibu Ir. Ester Priskasari, M.T., selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan waktu dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
4. Orang tua tercinta, saudara, dan segenap sahabat yang senantiasa mendoakan dan mendukung penulis, baik dalam bentuk moril dan materi.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran positif dari pembaca yang budiman sekalian akan sangat bermanfaat bagi penulis. Akhir kata, besar harapan penulis agar studi penelitian ini memberikan manfaat bagi kita semua.

Malang, Agustus 2025

Penulis

ABSTRAK

Rafael Alexandro Djawa Nuwa, 2025, Studi Penelitian Pengaruh Penambahan Variasi Persentase Air terhadap Sifat Mekanis dan Sifat Fisis Beton f'_c 30 Mpa Produksi Ready Mix, Jurusan Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang. Dosen Pembimbing : Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T. dan Ir. Ester Priskasari, M.T.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penambahan variasi persentase air terhadap sifat mekanis dan sifat fisis beton mutu rencana f'_c 30 MPa produksi *ready mix*. Persentase penambahan air yang digunakan adalah 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4% dari volume air rencana. Pengujian yang dilakukan meliputi uji slump, kuat tekan, modulus elastisitas, dan porositas beton. Metode penelitian bersifat eksperimental di laboratorium dengan benda uji berbentuk silinder berdimensi 15 cm $\times$ 30 cm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan jumlah air hingga 4% dari volume rencana secara umum meningkatkan nilai slump sehingga *workability* beton menjadi lebih baik. Namun, peningkatan ini dibarengi dengan penurunan sifat mekanis beton, di mana kuat tekan mengalami penurunan terbesar pada variasi 4% dengan nilai penurunan mencapai 23,18% dibandingkan kondisi kontrol. Hal yang sama ditunjukkan pada hasil uji modulus elastisitas yang mengalami penurunan capaian hingga 11,47%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan air akan meningkatkan rasio air-semen (*fas*) yang menyebabkan berkurangnya kekuatan beton. Di sisi lain, nilai porositas cenderung meningkat namun tidak menunjukkan perubahan yang signifikan dengan rata-rata pengujian seluruh benda uji sebesar 0,1879%.

Kata kunci : Beton, *Ready Mix*, Kuat Tekan, Modulus Elastisitas, Porositas.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Pengertian Beton	8
2.3 Keunggulan dan Kelemahan Beton	9
2.4 Komposisi Beton	11
2.5 Slump Beton	13
2.6 Perawatan Benda Uji (Curing)	15
2.7 Kuat Tekan Beton.....	15
2.8 Modulus Elastisitas Beton	16
2.9 Porositas	17
2.10 Pengolahan Data.....	18
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2 Variabel Penelitian	20

3.3	Alat dan Bahan	21
3.4	Populasi dan Sampel	22
3.5	Metode Penelitian.....	24
3.6	Bagan Alir	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		42
4.1	Hasil Pengujian Bahan	42
4.2	Perencanaan Campuran (Mix Design).....	64
4.3	Pembuatan dan Perawatan Benda Uji.....	73
4.4	Pengujian Slump Beton	76
4.5	Analisis Data	80
4.6	Pengujian Interval Kepercayaan.....	100
4.7	Pengujian Analisis Regresi.....	109
4.8	Pengujian Hipotesis	118
4.9	Analisis Perbandingan Kuat Tekan Beton pada Penambahan Air dan Kombinasi Air dan Semen	123
4.10	Evaluasi Hasil Penelitian	126
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		128
5.1	Kesimpulan.....	128
5.2	Saran	129
DAFTAR PUSTAKA		130
LAMPIRAN I HASIL CEK PLAGIARISME, LEMBAR ASISTENSI, DAN LEMBAR REVISI		132
LAMPIRAN II TABEL FAKTOR UMUR DAN RENCANA TAHAP PENELITIAN		133
LAMPIRAN III DOKUMENTASI PENELITIAN		135
LAMPIRAN IV FORM HASIL PEMERIKSAAN BAHAN		140

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peralatan Pengujian Nilai Slump.....	14
Gambar 2.2 Compression Testing Machine dan Pengujian Kuat Tekan Sampel .	16
Gambar 2.3 Pengujian Modulus Elastisitas	17
Gambar 3.1 Kurva Interaksi Kuat Tekan dengan f.a.s.....	35
Gambar 3.2 Grafik Persentase Agregat Halus Terhadap Agregat Keseluruhan ...	36
Gambar 3.3 Grafik Perkiraan Berat Jenis Beton Segar.....	37
Gambar 4.1 Penimbangan Agregat Halus dalam Uji Berat Isi	43
Gambar 4.2 Proses Pemadatan Agregat Kasar dalam Uji Berat Isi Padat	44
Gambar 4.3 Proses Pemadatan Semen dalam Uji Berat Isi	46
Gambar 4.4 Proses Penyaringan Agregat.....	47
Gambar 4.5 Grafik Gradasi Agregat Kasar Ukuran Maksimum 25 mm	48
Gambar 4.6 Grafik Gradasi Agregat Halus Zona 2.....	49
Gambar 4.7 Agregat Kasar dan Halus yang Digunakan dalam Pemeriksaan Kadar Air	50
Gambar 4.8 Proses Pemeriksaan Kadar Lumpur dalam Agregat.....	51
Gambar 4.9 Penimbangan Contoh yang Direndam Air dalam Piknometer	53
Gambar 4.10 <i>Le Chatelier</i> yang telah Diisi Cairan Naphtha dan Semen.....	55
Gambar 4.11 Proses Uji Agregat dengan <i>Los Angeles Abrasion Machine</i>	56
Gambar 4.12 Pemeriksaan Konsistensi Normal dengan Alat Vicat	58
Gambar 4.13 Grafik Konsistensi Pasta Semen	59
Gambar 4.14 Pemeriksaan Waktu Ikat Semen dengan Alat Vicat.....	59
Gambar 4.15 Grafik Waktu Ikat Pasta Semen	61
Gambar 4.16 Grafik Korelasi antara Kuat Tekan Rencana dengan Faktor Air Semen (W/C).....	65
Gambar 4.17 Grafik Persentase Agregat halus	67
Gambar 4.18 Grafik Hubungan Berat Jenis Beton Segar dan Kadar Air Bebas...	68
Gambar 4.19 Bekisting dan Peralatan lain yang Dibutuhkan untuk Pencampuran Beton	74
Gambar 4.20 Proses Pencampuran Beton dengan Concrete Mixer	75
Gambar 4.21 Campuran Beton setelah Dicitak dalam Bekisting.....	75

Gambar 4.22 Perendaman Benda Uji di Dalam Air.....	76
Gambar 4.23 Benda Uji setelah Melewati Proses Curing.....	76
Gambar 4.24 Grafik Hubungan Penambahan Air dan Nilai Slump.....	78
Gambar 4.25 Jumlah Air yang Ditambahkan pada Campuran Variasi 4%.....	79
Gambar 4.26 Penambahan Air pada Campuran Beton setelah 45 Menit.....	79
Gambar 4.27 Pengujian Slump Awal untuk Beton Variasi 2% (7,5 cm).....	80
Gambar 4.28 Pengujian Slump Akhir untuk Beton Variasi 2% (9 cm).....	80
Gambar 4.29 Grafik Hubungan Penambahan Variasi Air dan Kuat Tekan.....	88
Gambar 4.30 Pengujian Tekan Silinder X1.6	89
Gambar 4.31 Pengujian Tekan Silinder X3.4	89
Gambar 4.32 Pola Retak Silinder X4.6.....	89
Gambar 4.33 Pola Retak Silinder X2.6.....	89
Gambar 4.34 Skema Pengujian Modulus Elastisitas Beton	90
Gambar 4.35 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Sampel Variasi 1% (X2.5)	92
Gambar 4.36 Grafik Hubungan Modulus Elastisitas dan Penambahan Variasi Air	95
Gambar 4.37 Pembacaan Dial Silinder X3.5	95
Gambar 4.38 Pembacaan Dial Silinder X4.4	95
Gambar 4.39 Penimbangan Sampel X1.1 Kondisi Kering	97
Gambar 4.40 Penimbangan Sampel X2.2 Kondisi SSD	97
Gambar 4.41 Penimbangan Sampel X5.1 dalam Air	98
Gambar 4.42 Grafik Regresi Linear Hubungan Variasi Air terhadap kuat Tekan Beton	112
Gambar 4.43 Grafik Regresi Linear Hubungan Variasi Air terhadap Modulus Elastisitas Beton.....	115
Gambar 4.44 Grafik Regresi Linear Hubungan Variasi Air dan Porositas Beton	118
Gambar 4.45 Grafik Perbandingan Nilai thitung dan ttabel untuk Ketiga Parameter Uji.....	123
Gambar 4.46 Grafik Perbandingan Penurunan Kuat Tekan Beton akibat Penambahan Air + Semen dan Beton dengan Air Saja.....	125

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengaruh Sifat Agregat terhadap Sifat Beton	13
Tabel 2.2 <i>Slump</i> yang Direkomendasikan untuk Berbagai Pekerjaan Konstruksi	14
Tabel 3.1 Variasi Sampel	22
Tabel 3.2 Standar Deviasi berdasarkan jumlah pengujian	34
Tabel 3.3 Perkiraan Kapasitas Tekan Beton dengan Faktor Air Semen	34
Tabel 3.4 Perkiraan Jumlah Air Bebas	35
Tabel 4.1 Berat Isi Lepas Agregat Halus	42
Tabel 4.2 Berat Isi Padat Agregat Halus	42
Tabel 4.3 Berat Isi Lepas Agregat Kasar	43
Tabel 4.4 Berat Isi Padat Agregat Kasar	44
Tabel 4.5 Berat Isi Lepas Semen.....	45
Tabel 4.6 Berat Isi Padat Semen	45
Tabel 4.7 Data Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar	48
Tabel 4.8 Data Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus	49
Tabel 4.9 Kadar Air Agregat Halus	50
Tabel 4.10 Kadar Air Agregat Kasar	51
Tabel 4.11 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	53
Tabel 4.12 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	54
Tabel 4.13 Berat Jenis Semen Portland.....	55
Tabel 4.14 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar	56
Tabel 4.15 Data Keausan Agregat Kasar	57
Tabel 4.16 Konsistensi Normal Pasta Semen	58
Tabel 4.17 Waktu Ikat Pasta Semen	60
Tabel 4.18 Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Material	61
Tabel 4.19 Nilai Standar Deviasi Berdasarkan Jumlah Pengujian.....	64
Tabel 4.20 Perkiraan Kapasitas Tekan Beton dengan Faktor Air Semen	65
Tabel 4.21 Perkiraan Kadar Air Bebas	66
Tabel 4.22 Interpolasi Perkiraan Kadar Air Bebas	66
Tabel 4.23 Kebutuhan Komposisi Campuran Seluruh Benda Uji	73
Tabel 4.24 Hasil Pengujian <i>Slump</i> Seluruh Benda Uji	76

Tabel 4.25 Data Pengujian Kuat Tekan Beton.....	87
Tabel 4.26 Data Pengujian Modulus Elastisitas Sampel Variasi 1% (X2.5)	91
Tabel 4.27 Rekapitulasi Perhitungan Modulus Elastisitas	94
Tabel 4.28 Data Penimbangan Silinder Masing-masing Variasi	96
Tabel 4.29 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Porositas	100
Tabel 4.30 Distribusi Uji t.....	101
Tabel 4.31 Nilai Kuat Tekan Beton Benda Uji Variasi 0%	102
Tabel 4.32 Interval Kepercayaan Kuat Tekan Beton	103
Tabel 4.33 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Setelah Penerapan Interval Kepercayaan.....	103
Tabel 4.34 Nilai Modulus Elastisitas Benda Uji Variasi 0%.....	104
Tabel 4.35 Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Beton	105
Tabel 4.36 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Setelah Penerapan Interval Kepercayaan.....	106
Tabel 4.37 Nilai Porositas Benda Uji Variasi 0%.....	107
Tabel 4.38 Interval Kepercayaan Porositas Beton	108
Tabel 4.39 Hasil Pengujian Porositas Beton Setelah Penerapan Interval Kepercayaan.....	108
Tabel 4.40 Data Rata-rata Kuat Tekan Beton	109
Tabel 4.41 Data Regresi Kuat Tekan Beton.....	110
Tabel 4.42 Perhitungan Koefisien Determinasi Kuat Tekan Beton.....	111
Tabel 4.43 Data Rata-rata Modulus Elastisitas Beton	112
Tabel 4.44 Data Regresi Modulus Elastisitas Beton.....	113
Tabel 4.45 Perhitungan Koefisien Determinasi Modulus Elastisitas Beton	114
Tabel 4.46 Data Rata-rata Porositas Beton	115
Tabel 4.47 Data Regresi Porositas Beton.....	116
Tabel 4.48 Perhitungan Koefisien Determinasi Porositas Beton	117
Tabel 4.49 Distribusi Uji t.....	119
Tabel 4.50 Data Pengujian Kuat Tekan Rata-rata Beton dengan Air + Semen dan Beton dengan Air Saja	124
Tabel 4.51 Analisis Jumlah Kebutuhan Material Aktual dan Hasil Evaluasi	126
Tabel 4.52 Rekapitulasi Jumlah Material Hasil Evaluasi	126
Tabel 4.53 Rekapitulasi Jumlah Material Aktual.....	127

DAFTAR NOTASI

$\bar{x}$	= Nilai rata-rata dari data yang diuji
ϵ	= Regangan
σ	= Tegangan (MPa)
ΔL	= Perubahan tinggi benda uji (mm)
$\hat{Y}_i$	= Nilai prediksi
A	= Luas bidang tekan (mm ²)
a, b, c	= Koefisien regresi
B_j	= Berat jenis
df	= Derajat kebebasan
E_c	= Modulus elastisitas (kg/cm ²)
f'_c	= Kuat tekan benda uji (MPa)
f'_{cr}	= Kuat tekan rencana rata-rata (MPa)
l	= Tinggi benda uji (cm)
L_o	= Tinggi beton relatif (jarak antar-ring dial) (mm)
M_1	= Berat sampel kering (gram)
M_2	= Berat jenuh permukaan kering (SSD) (gram)
M_3	= Berat sampel dalam air (gram)
n	= Jumlah data
P	= Beban tekan maksimum (N)
p	= Persentil $\frac{1}{2} (1 + \text{interval konfidensi})$
r	= Jari-jari silinder (mm)
R	= Koefisien determinasi

S	= Standar deviasi
SSD	= Kondisi jenuh kering permukaan
SSR	= Jumlah kuadrat regresi
SST	= Total jumlah kuadrat
t	= Tinggi silinder (mm)
tp	= Nilai t pada persentil P yang dipilih
W	= Kadar air bebas (kg/m^3)
W/c	= Rasio air-semen
Wh	= Perkiraan kadar air agregat permukaan halus (tidak dipecah)
Wk	= Perkiraan kadar air agregat permukaan kasar (dipecah)
X	= Variabel bebas (presentasi variasi penambahan air)
Y	= Variabel terikat (kuat tekan, modulus elastisitas, porositas)